ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 20 AVRIL 1927.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS.

CORRESPONDANCE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur une figure d'équilibre, de révolution, d'une masse liquide en rotation, soumise à l'attraction newtonienne entre ses particules et à la tension superficielle.* Note [1] de M. **ANDRÉ CHARRUEAU**, transmise par M. Appell.

Soient $\frac{4}{3}\pi R^3$ le volume d'une masse liquide tournant autour de son axe de révolution, *sans axe matériel de rotation ;* χ, δ et f la constante de Newton, la densité du liquide et sa tension superficielle. La sphère est la figure d'équilibre absolu. Nous allons déterminer, pour de petites valeurs de la vitesse de rotation ω, en négligeant les quantités d'ordre égal ou supérieur à 4 en ω, la surface de révolution, voisine de la sphère, qui est une figure d'équilibre relatif, pour notre masse liquide, soumise simultanément aux actions newtonienne et superficielle *et à une pression extérieure uniforme.*

Soient P le potentiel newtonien de la masse ; R et R′ les rayons de courbure principaux de la surface, en un point distant de x de l'axe de révolution (R et R′ sont comptés positivement quand le centre de courbure correspondant est du côté du plan tangent où se trouve le liquide).

Puisque la pression extérieure est constante, on a, sur la surface :

$$\left(P + \frac{\omega^2 x^2}{2}\right)\delta - f\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) = \text{const.} \tag{1}$$

---

(1) Séance du 4 avril 1927.

Si la même masse n'était soumise qu'à l'attraction newtonienne et tournait avec une vitesse ω_1, une surface d'équilibre serait un ellipsoïde de Maclaurin, sur lequel on aurait

$$\left(P_1 + \frac{\omega_1^2 x^2}{2}\right)\delta = \text{const.}, \tag{2}$$

P_1 étant le potentiel newtonien de la masse, ici, ellipsoïdale.

Si, au contraire, la même masse n'était soumise qu'à la tension superficielle et tournait avec une vitesse ω_2, une figure d'équilibre serait une surface de révolution, du genre étudié par nous [1], et sur laquelle on aurait

$$\frac{\omega_2^2 x^2}{2}\delta - f\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R'_2}\right) = \text{const.}, \tag{3}$$

R_2 et R'_2 étant les rayons de courbure principaux, au point distant de x de l'axe de révolution et de rotation. Par un choix convenable de ω_1 et de ω_2, on peut amener les deux surfaces de révolution (2) et (3), à avoir exactement la même circonférence équatoriale.

En se reportant à la théorie classique des maclaurins, on s'aperçoit que, pour ω_1 suffisamment petit et a_1 étant le rayon équatorial,

$$\frac{a_1}{R} = 1 + \frac{5\omega_1^2}{16\pi\chi\delta}\cdots. \tag{4}$$

Pour les surfaces (3), on a, pour ω_2 suffisamment petit (voir notre Mémoire précité de 1926, p. 144), a_2 étant le rayon équatorial ;

$$\frac{a_2}{R} = 1 + \frac{\omega_2^2}{24 f}R^2\cdots.$$

L'égalité $a_1 = a_2$ aura lieu pour

$$\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} = \frac{2\pi\chi\delta^2 R^3}{15 f} + \varepsilon, \tag{6}$$

où ε est du second ordre en ω_1 et ω_2.

L'ellipsoïde (2) correspondant à ω_1 et la surface (3) correspondant à ω_2

---

(1) Charrueau, *Étude d'une masse liquide de révolution...* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 43, 1926, p. 129 à 176); *Sur quelques propriétés géométriques des surfaces d'équilibre...* (*Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1601 à 1603).

ont ainsi la même circonférence équatoriale et enveloppent le même volume. Elles ne diffèrent donc, l'une de l'autre, que de quantités du 4e ordre en ω_2, d'après un résultat indiqué dans notre Mémoire de 1926, à la page 143. Aux quantités du 4e ordre près, l'ellipsoïde (2) satisfait donc également à (3), par suite à (2) et (3) additionnées et aussi à (1), si l'on a $\omega_1^2+\omega_2^2=\omega^2$. Ce qui, d'après (6), donne

$$\frac{\omega_1}{\omega}=\sqrt{\frac{2\pi\chi\,\delta^2 R^3}{2\pi\chi\,\delta^2 R^3+15f}}, \tag{7}$$

$$\frac{\omega_2}{\omega}=\sqrt{\frac{15f}{2\pi\chi\,\delta^2 R^3+15f}}, \tag{8}$$

avec une erreur d'ordre égal à 2, en ω. En prenant pour $\frac{\omega_1}{\omega}$ et $\frac{\omega_2}{\omega}$ les valeurs (7) ou (8), au lieu des valeurs exactes, on ne modifie les surfaces correspondantes que de quantités du 4e ordre en ω, d'après (4) et (5). En définitive, *à des quantités de l'ordre de ω^4 près, la surface d'équilibre de révolution correspondant à la petite vitesse ω, pour les actions newtonienne et superficielle simultanées, se confond :*

1° *avec le maclaurin correspondant à la même masse liquide, supposée soumise uniquement à l'action newtonienne et à une rotation ω_1 telle que*

$$\omega_1=\omega\sqrt{\frac{2\pi\chi\,\delta^2 R^3}{2\pi\chi\,\delta^2 R^3+15f}};$$

2° avec la figure d'équilibre de la même masse, supposée uniquement soumise à l'action superficielle et à une rotation ω_2 telle que

$$\omega_2=\omega\sqrt{\frac{15f}{2\pi\chi\,\delta^2 R^3+15f}}.$$

On retrouve tous les résultats qui précèdent, en cherchant *directement* à vérifier (1) par un ellipsoïde de révolution et en négligeant, dans les développements en série, les quantités de l'ordre de l^4, avec $l^2=\frac{a^2-b^2}{b^2}$, où b est le demi-petit axe de l'ellipsoïde et a son rayon équatorial.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Sur la systématique de rayons X.* Note (¹) de M. **V. Dolejšek**, présentée par M. M. de Broglie.

En considérant la validité de la loi de Moseley à travers le système périodique entier, Bohr et Coster (²) ont démontré que les déviations de celle-ci sur les niveaux divers se manifestent aux lieux prévus d'après la théorie de Bohr.

Dans cette Communication je voudrais faire quelques remarques sur la validité de la loi dans le cas des lignes.

Dans les hypothèses actuelles on peut prévoir que les déviations les plus petites de la loi auront lieu pour les lignes et les niveaux les plus voisins du noyau.

Dans un travail (³) en commun avec l'auteur de cet article, Siegbahn a construit une courbe du deuxième degré pour représenter les valeurs de la ligne $K\beta_1$ du groupe des éléments entre les numéros atomiques 16-30.

On ne peut appliquer à cette courbe la méthode d'extrapolation car dans le voisinage des éléments de numéros atomiques 18 A et 30 Zn les différences entre les valeurs mesurées et calculées deviennent trop grandes.

En considérant d'une manière plus précise le caractère de ces déviations j'ai trouvé qu'on peut exprimer toutes les lignes et tous les niveaux par une équation (du troisième degré au plus) sous la forme de

$$\sqrt{\frac{\nu}{R}} = a + bN + cN^2 + dN^3,$$

où N est le numéro atomique, et a, b, c, d les coefficients empiriquement déterminés de la ligne ou du niveau en question. On peut aussi écrire cette équation sous la forme

$$\sqrt{\frac{\nu}{R}} = b'(N-\sigma_1) + c'(N-\sigma_2)^2 + d(N-\sigma_3)^3,$$

(¹) Séance du 11 avril 1927.

(²) Bohr et Coster, *Zts. f. Phys.*, **12**, 1923, p. 362. — D. Coster, *Phil. Mag.*, **43**, 1922, p. 1070.

(³) Siegbahn et Dolejšek, *Zts. f. Phys.*, **10**, 1922, p. 164.

soit

$$\sqrt{\frac{\nu}{R}} = \sum k_n (N - \sigma_n)^n \qquad (n = 1, 2, 3),$$

où l'on peut choisir pour σ_n des valeurs caractéristiques qu'on peut interpréter comme on le fait habituellement.

Conformément à cette interprétation on trouve que l'allure des lignes K (les plus rapprochées du noyau) est plus compliquée que celle-ci des lignes L, M, N.

J'ai constaté de plus que pour dégager l'allure de la ligne $K\alpha_1$ il faut employer une équation de troisième degré, dont les coefficients ne sont pas encore déterminés exactement.

L'allure de la ligne $L\alpha_1$ est entièrement précisée par une équation de deuxième degré ($d = 0$) où les valeurs des coefficients a, b, c sont

$$a = -2{,}059, \qquad b = 0{,}3513, \qquad c = 0{,}00017.$$

Si l'on représente graphiquement l'allure des écarts entre les valeurs observées et les valeurs calculées, il devient évident que les valeurs de ces déviations sont également une fonction des numéros atomiques.

Ces déviations, passées jusqu'à présent inaperçues, à cause de leurs valeurs trop faibles, montrent une régularité définie, mais d'un caractère tout à fait différent de l'équation donnée plus haut. Elles présentent des variations d'allure propre. Je vais les appeler variations de périodicité.

La ligne $L\alpha_1$ étant une des lignes mesurées avec une très grande précision on peut déterminer sur elle des variations très petites, et il apparaît que lesdites variations de périodicité ne se montrent que dans le voisinage des gaz rares.

Dans le voisinage de l'élément du numéro atomique 29 une variation brusque se manifeste dans l'allure des différences des lignes $L\alpha_1 - L\beta_1$ et $Ll - L\eta$, comme M. Thoreus (¹) l'a démontré dans la série K, MM. Siegbahn et Ray avaient trouvé auparavant une relation pour la différence $\Delta\lambda$ du doublet $K\alpha_1$, $K\alpha_2$.

La ligne L_{β_1} donne lieu à des remarques analogues.

En plus de cette variation au voisinage de l'élément numéro atomique 29,

(¹) *Phil. Mag.*, 7, 1926, p. 312.

il y a encore une variation tout à fait analogue au voisinage de l'élément de numéro atomique 78.

Je veux souligner ce fait très intéressant que le centre de la symétrie de la courbe exprimant ces variations se trouve dans le voisinage de l'élément de numéro atomique 59 (moitié de tous les éléments possibles selon la théorie de Bohr).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la tension superficielle des mélanges liquides dans le voisinage de l'état critique.* Note ([1]) de M. **P. Brun**, présentée par M. G. Urbain.

Comme suite de l'étude que nous avons entreprise des tensions superficielles des mélanges hydroalcooliques ([2]), nous avons été conduits à rechercher l'influence de la zone critique de miscibilité sur cette propriété, et à mesurer la tension à la surface de séparation des deux couches qui se forment à partir d'une solution hétérogène. Des études semblables ont été entreprises déjà, dans le cas des mélanges binaires, par MM. Whatmough ([3]), Antonov ([4]), etc.

On sait que, théoriquement, les tensions superficielles de deux couches liquides qui tendent vers le point critique doivent être égales. Par suite, la tension à la limite de séparation des deux couches doit devenir nulle. Quincke ([5]) a établi en effet que la tension à la surface de contact est inférieure à la différence des tensions liquides :

$$A_{1.2} < A_1 - A_2.$$

C'est ce que nous avons vérifié dans le cas de l'alcool isoamylique, par exemple. Nous avons employé la méthode du compte-gouttes, modifiée par M. Antonov, qui consiste à faire monter les gouttes d'un liquide, la solution alcoolique, à travers l'autre solution, la solution aqueuse, dans le cas qui nous occupe.

([1]) Séance du 4 avril 1927.

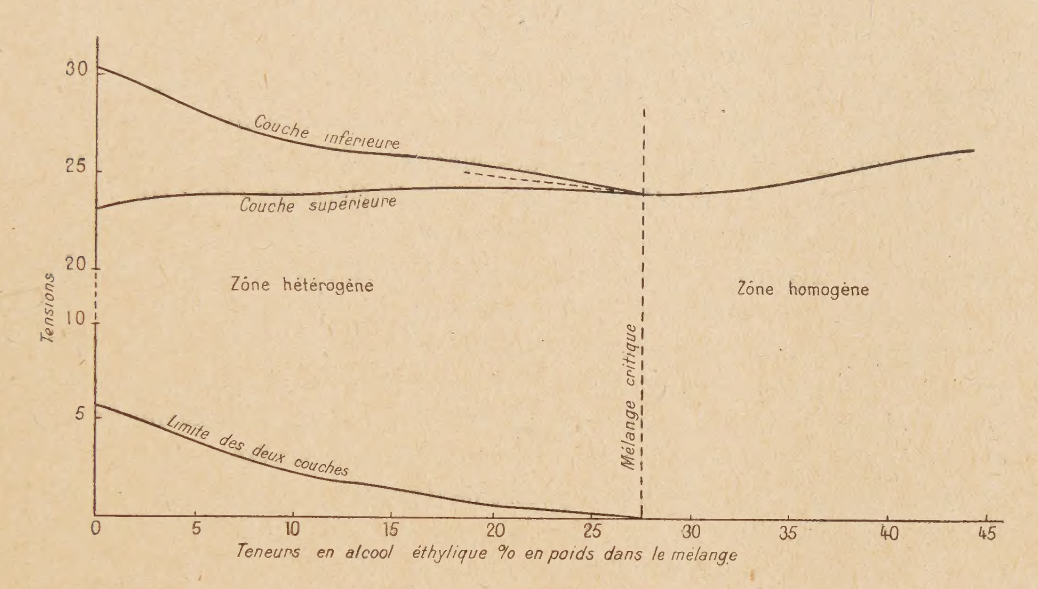
([2]) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 685.

([3]) Whatmough, *Zeits. für phys. Chem.*, 39, 1901, p. 193.

([4]) Antonov, *Journ. de Chim. Phys.*, 5, 1907, p. 264.

([5]) Quincke, *Pogg. Ann.*, 139, I, 1870, p. 1 à 86.

Ainsi que M. Gay ([1]) le démontre théoriquement, les deux courbes des tensions superficielles correspondant aux deux couches qui se séparent d'un mélange non miscible ne se coupent pas, mais se raccordent, suivant un point de rebroussement, au point critique. Si dans la solution critique nous continuons à ajouter de l'alcool éthylique, nous obtenons une nouvelle courbe des tensions superficielles, qui est dans le prolongement des deux autres, et qui bissecte l'angle qu'elles forment entre elles.



Nous avons porté ces résultats sur le graphique ci-dessus. Sur le même graphique nous avons représenté la courbe des tensions à la limite des deux couches.

Cette dernière courbe n'a pu être obtenue expérimentalement que pour des mélanges éloignés du point critique, et nous avons dû extrapoler la portion tangente à l'axe. En effet, au voisinage de la zone critique, la méthode des gouttes n'est plus applicable. Nous savons que la tension à la surface de séparation est inversement proportionnelle au nombre des gouttes : donc si $A_{1.2}$ tend vers zéro, le nombre des gouttes tendra vers l'infini, et les liquides s'écouleront l'un dans l'autre en un filet continu.

([1]) Mémoire inédit.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les éléments de numéros atomiques* 43, 61, 75, 85 *et* 87. Note (¹) de M. **Herszfinkiel**, présentée par M. M. de Broglie.

Les efforts des chimistes sont jusqu'à ce jour demeurés vains pour isoler ces éléments dont les nᵒˢ 43 et 75 avaient été dénommés par Mendelejeff Eka et Dwi-manganèse. Ce résultat négatif a suggéré qu'ils étaient instables, ou d'une rareté extraordinaire, ou qu'ils n'existaient pas (nᵒˢ 85 et 87). Suivant la règle selon laquelle les éléments d'ordre impair sont, dans la classification naturelle, dix fois plus rares que les éléments suivants, on peut prévoir que la concentration des éléments 43 et 75 est respectivement 10^{-13} et 10^{-12}, ordre de grandeur des radioéléments (Ra : 10^{-14}). La méthode électrométrique permet d'apprécier 10^{-9} mg (« Cours pléochroïtiques » 10^{-14} mg); l'analyse par le spectre de Röntgen 10^{-3} mg, et la plus sensible méthode d'analyse chimique 10^{-5} mg, dans le cas de l'or.

Des éléments aussi rares ne peuvent être recherchés que dans des minéraux très complexes. Nous avons, M. Lobanow et moi, traité dans ce but depuis 1923 de nombreux minéraux des familles du fer et du platine en vue d'y déceler les éléments 43 et 75. Nos préparations ont été examinées par M. Dauvillier par la méthode du spectre de Röntgen. Les éléments W, Nb, Ta, Zn, Cu, Ni, Pt, Os, Ir, Mo, Pb ont été reconnus. MM. Prandtl, Franke et Grimm, qui étudiaient aussi des colombites depuis 1913, avaient caractérisé W, Mo, Nb, Ta, Mn, Fe, Zn, As.

Comme les lignes principales $L\alpha$ et $L\beta$ de l'élément 75 coïncident avec des raies de Zn et W, il devenait essentiel de débarrasser les préparations de ces deux éléments, d'autant plus que l'un des clichés sur lequel la raie $ZnK\alpha_3\alpha_4$ était beaucoup trop forte pouvait faire penser à la présence de l'élément 75.

Les préparations ont été obtenues à partir de très nombreux minéraux, mélanges en particulier de pechblende, wolframite, tantalite, colombite, iridosmine, laurite, etc. L'échantillon de sperrylithe, dans lequel l'élément 43 aurait été trouvé par Noddack, Tacke et Berg, fut malheureusement perdu. Les éléments 43 et 75 étaient traités chimiquement comme appartenant soit au groupe VII, soit au groupe VIII du système périodique.

(¹) Séance du 28 mars 1927.

Noddack, Tacke et Berg [1] ont annoncé en juin 1925 qu'ils avaient observé les raies L : α_1, α_2, β_1, β_2 et β_3 de l'élément 75, et les raies K : α_1, α_2, β_1 de l'élément 43. Prandtl, Franke et Grimm [2], reprenant ces expériences avec des minéraux du groupe colombite, et Swjagintsew, Korsunski et Seljatow [3] avec des minéraux du groupe du platine, ne purent observer ces lignes, mais J. et W. Noddack et Berg [4] ont fait remarquer que le travail chimique de Prandtl était quelque peu différent et que les spectrogrammes des savants russes n'offraient pas assez de dispersion.

Les derniers clichés de J. et W. Noddack et Berg montrent l'absence de Zn, mais la présence d'un peu de W, et ont paru assez démonstratifs à Pienkowsky et Dauvillier [5] [Goldschmidt et Grimm, voir [2]].

L'existence de l'élément 43 serait plus facile à caractériser, mais il est malheureusement plus rare. Elle paraît cependant probable. Avec les éléments 61, 85 et 87 le système périodique sera complet. Quoique le premier soit placé entre Nd et Sm, Prandtl croit qu'il appartient au groupe du Mn ($43 + 18 = 61$). Sa découverte a été annoncée en 1926 par Harris, Hopkins et Yntema [6] (Illinium); par Rolla et Fernandes [7] (Florentium); par Dehlinger Glocker et Knapp [8], mais non confirmée par Prandtl, Franke et Grimm [9] et Auer v. Welsbach [10]. Les irrégularités signalées dans le spectre optique d'absorption pourraient s'expliquer autrement; les nouvelles lignes du spectre d'arc ne sont pas probantes et les

---

(1) *Sitz. Ber. d. Preuss. Akad. d. Wiss.*, XIX, 1925, p. 399; *Naturw.*, **13**, 1925, p. 567, et *Metallbörse*, **15**, 1925, p. 1597.

(2) *Z. f. angew. Ch.*, **39**, 1926, p. 1049.

(3) *Nature*, **118**, 1926, p. 263; *Z. f. angew. Ch.*, **9**, 1927, p. 256. Voir aussi Bosanquet et Keeley, *Phil. Mag.*, **48**, 1924, p. 145.

(4) J. et W. Noddack, *Z. f. angew. Ch.*, **9**, 1927, p. 250. — Berg, *Z. f. angew. Ch.*, **9**, 1927, p. 254. Voir aussi *Z. Phys. Ch.*, **9**, III-IV, 1927, p. 264.

(5) Les éléments 43 et 75 ont aussi été annoncés par Loring et Druce et par Heyrowski et Dolejsek dont les auteurs allemands ont répété les expériences sans succès; *Chem. News*, **131**, 1925, p. 273 et 337; **132**, 1926, p. 101; *Z. f. angew. Ch.*, **9**, 1927, p. 259; *Nature*, **116**, 1925, p. 782. — Noddack, *Metallbörse*, **16**, 1926, p. 2129 et 2633.

(6) *Nature*, **117**, 1926, p. 792; *Journ. Am. Ch. Soc.*, **48**, 1926, p. 1585, 1594.

(7) *Z. f. anorg. u. allg. Ch.*, **154**, 1926, p. 371.

(8) *Naturw.*, **14**, 1926, p. 772.

(9) *Z. f. angew. Ch.*, **39**, 1926, p. 897.

(10) *Chemiker Zeit.*, **118**, 1926, p. 990.

lignes de Röntgen n'auraient pas encore une précision suffisante et pourraient être dues à des coïncidences.

Les éléments 85 et 87 (Eka-iode et Eka-césium) ont été recherchés vainement par O. Hahn (1) en 1926. Dauvillier et Ponte ont recherché le second en 1924 dans les sels de potassium. De très longues poses ne leur ont donné qu'un intense spectre continu et les raies du mercure (des pompes). J'ai aussi recherché sans succès l'élément 87, Fajans d'autre part 85. D'après tout cela, ces deux éléments pratiquement n'existeraient pas.

CHIMIE MINÉRALE. — *L'analyse thermique de la déshydratation du gypse.* Note de (2) M. **Robert Stumper**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La déshydratation du gypse $CaSO^4.2H^2O$ par la chaleur se poursuit en deux stades, correspondant le premier au sémihydrate $CaSO^4.\frac{1}{2}H^2O$, et le deuxième à l'anhydrite $CaSO^4$. Les travaux classiques de H. Le Chatelier (3) et de van't Hoff (4) ont nettement établi ce fait, mais néanmoins *l'accord définitif sur les limites exactes des zones de stabilité des différentes modifications du gypse est encore, à l'heure actuelle, loin d'être réalisé.*

Comme les expériences de Jolibois et Lefèvre (5), ainsi que celles de Linck et Jung (6), ont fait apparaître l'influence primordiale des conditions expérimentales sur l'allure de la déshydratation du gypse, nous nous sommes proposé d'étudier de plus près cette influence en nous servant de la méthode métallographique de l'analyse thermique. A cet effet nous avons plongé dans un bain d'huile deux petites éprouvettes, dont l'une était remplie de gypse pulvérisé chimiquement pur, et l'autre de silice amorphe calcinée à 1100°. Pendant l'élévation de la température, on a noté toutes les demi-minutes :

1° La température existant au sein du gypse;

2° Celle du témoin;

3° Les déviations d'un galvanomètre différentiel donnant les différences

(1) *Naturw.*, 14, 1926, p. 158.

(2) Séance du 27 février 1927.

(3) H. Le Chatelier, *Comptes rendus*, 96, 1883, p. 1666.

(4) Van't Hoff, *Ozean. Salzablagerungen*, 1912.

(5) Jolibois et Lefèvre, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1317.

(6) Linck et Jung, *Ztsch. anorg. u. allgem. Chemie*, 137, 1924, p. 407.

de potentiel d'un couple thermo-électrique platine-platine rhodié-platine dont les soudures plongeaient dans les tubes.

Les expériences ont été conduites de façon à obtenir des vitesses de déshydratation variables, mesurées par la vitesse d'échauffement du gypse et du témoin. Chaque essai a été répété plusieurs fois, et nous avons constaté qu'en général les résultats se reproduisent avec une constance remarquable, sauf pour les essais à très grandes vitesses de déshydratation dont les résultats montrent des fluctuations notables.

Nous nous bornons à reproduire ci-après le résumé de nos essais en les illustrant des trois diagrammes les plus caractéristiques :

I. *Vitesse d'échauffement* $= 2°,5$ *par minute*. — Ces essais démontrent l'existence de deux stades de déshydratation, le premier correspondant au sémihydrate se trouve à 125-127°, et le second, celui de l'anhydrite, à 190°. Les courbes obtenues ne sont toutefois pas si nettes que celles des essais suivants.

II. *Vitesse d'échauffement* $= 4°,5$ *par minute*. — La courbe d'échauffement (*fig.* 1) du gypse, représentée en pointillé sur le diagramme, fait

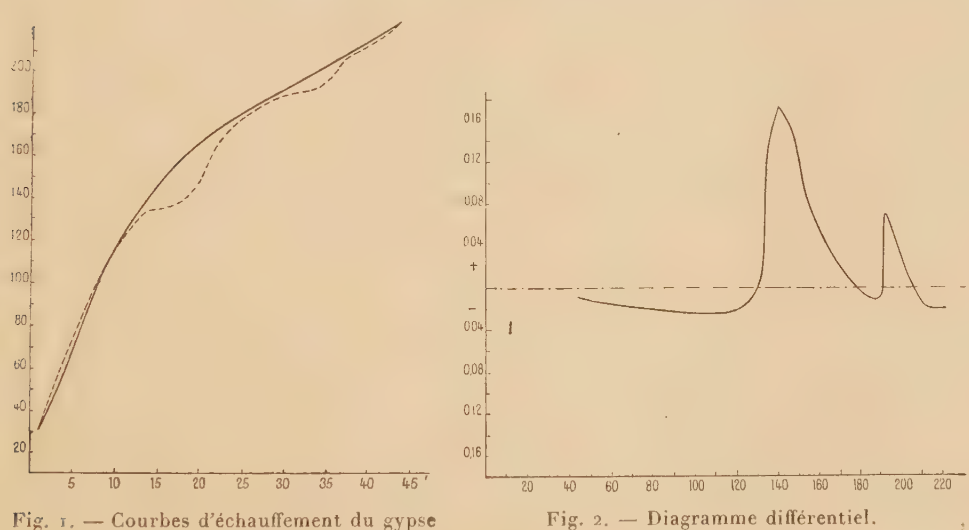


Fig. 1. — Courbes d'échauffement du gypse et du témoin.

Fig. 2. — Diagramme différentiel.

voir deux paliers très nets, le premier à 134° et le second à 190°, points d'arrêt qui sont en outre révélés avec une concordance parfaite par la méthode différentielle, ainsi que le démontre la figure 2.

III. *Vitesse d'échauffement* $= 12°$ *par minute*. — La courbe du gypse commence à s'écarter de celle du témoin, tout en laissant apparaître très nettement un palier à 140° et un autre à 191°.

IV. *Vitesse d'échauffement* = 25° *par minute*. — La courbe d'échauffement du gypse s'est détachée notablement de celle du témoin, les paliers y ont disparu, mais les deux stades de déshydratation sont révélés par deux points d'inflexion à 155° et à 192°.

Il résulte de toutes ces expériences que l'allure de la déshydratation du

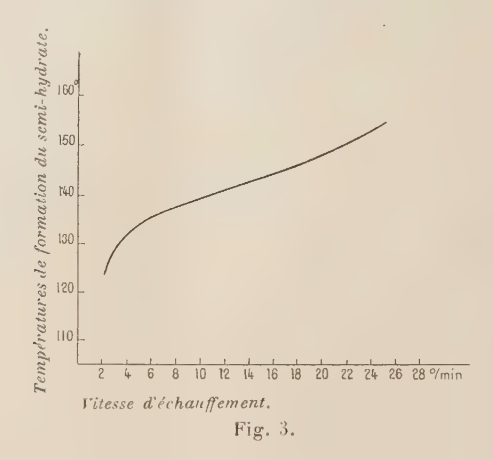


Fig. 3.

gypse est une fonction de la vitesse d'échauffement, fonction que nous avons représentée graphiquement sur la figure 3.

Nos travaux permettent donc la conclusion que la température de formation du sémihydrate croît quand la vitesse de déshydratation augmente, mais que la température de formation de l'anhydrite n'est pratiquement pas influencée par ce facteur, du moins dans les limites des vitesses étudiées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Addition de l'acétylène à l'oxyde de carbone : synthèse de la quinone.* Note [1] de MM. **J.-F. Durand** et **M. Banos**, présentée par M. Paul Sabatier.

Le caractère non saturé de l'acétylène et de l'oxyde de carbone permettait d'espérer la combinaison de ces deux corps, sous forme de paraquinone, suivant le schéma

$$\begin{array}{ccc} & O & \\ & \| & \\ HC & C & CH \\ ||| & & ||| \\ HC & C & CH \\ & \| & \\ & O & \end{array} \quad \rightarrow \quad \begin{array}{ccccc} & & O & & \\ & & \| & & \\ HC & - & C & - & CH \\ \| & & & & \| \\ HC & - & C & - & CH \\ & & \| & & \\ & & O & & \end{array}$$

[1] Séance du 11 avril 1927.

Pour tenter cette synthèse, nous avons dirigé un courant d'acétylène et d'oxyde de carbone dans des solutions de chlorure cuivreux (destiné à catalyser la réaction) dans divers solvants, minéraux ou organiques.

En solution chlorhydrique ou ammoniacale, le résultat a été nul. Dans la pyridine, il s'est produit une matière noire, goudronneuse, qui enrobe, comme on pouvait s'y attendre, de l'acétylure cuivreux, aisément caractérisé par son explosibilité et par le dégagement d'acétylène qu'il donne avec l'acide chlorhydrique.

Après évaporation de la pyridine, la masse goudronneuse a cédé à l'éther une substance, qui a été purifiée par quatre cristallisations et une sublimation consécutive.

Le corps ainsi purifié se présente en cristaux jaune d'or, doués de l'odeur caractéristique de la *p*-quinone, fondant à 117°-118°, aisément sublimables; il est entraînable par la vapeur d'eau, et est très soluble dans l'eau chaude, l'alcool et l'éther.

La formation de quinone n'a pas lieu si l'on supprime dans cette expérience le chlorure cuivreux; elle ne se produit pas non plus, en présence de chlorure cuivreux, dans la quinoléine, la diéthylaniline ou l'acétone.

Il nous a paru intéressant de signaler une réaction qui engendre la quinone à partir de deux groupes *carbonyle* préexistants, sans préjuger d'ailleurs du mécanisme de la condensation.

Nous poursuivons l'étude de l'action de l'oxyde de carbone sur les carbures acétyléniques vrais, dans la pyridine, en présence de chlorure cuivreux.

GÉOLOGIE. — *Hydrogéologie de la craie.* Note [1] de M. L. Dollé, présentée par M. Ch. Barrois.

Lorsque les sédiments crétacés des bassins Parisien et Anglo-Belge s'enfoncent en profondeur et disparaissent sous les sédiments tertiaires, on remarque généralement, à la limite des deux systèmes des zones humides, des marais ou des étangs.

Les eaux de surface de la craie, suivant l'inflexion des sédiments crétacés, Nord-Est dans le bassin Anglo-Belge, Ouest et Sud-Ouest dans la moitié nord du bassin de Paris, Ouest et Nord-Ouest dans sa moitié sud, se rassemblent

(1) Séance du 11 avril 1927.

et s'accumulent au point de jonction du Tertiaire et du Crétacé, y déterminant la formation de marais. Les réseaux aquifères de la craie, sans issue vers l'aval, s'élèvent dans la roche qui s'infléchit, viennent butter contre les sédiments imperméables du Tertiaire inférieur (quand le faciès argileux existe), et donnent naissance à des chapelets de sources lorsque la surface piézométrique des réseaux aquifères de la craie atteint le niveau du sol.

Étant captive dans les fissures de la roche, l'eau de la craie y est maintenue par le Tertiaire sous une pression qui croît avec l'inflexion du sédiment imperméable. Les fissures de la craie, étroites et linéaires dans les zones où l'eau du réseau ne se déplace pas, se développent et se multiplient là où la circulation est plus active. Elles sont particulièrement développées dans les ondulations synclinales où la craie est profondément altérée sur une hauteur de $0^m,40$ à $2^m,50$. Les fragments de roche de toutes grosseurs sont émoussés et recouverts d'une couche d'oxyde de fer.

L'examen de la craie altérée, fait au moyen de sondages, montre que la zone altérée correspond à celle de la circulation active et ne s'étend pas au delà de 2^{km} du point où commence la captivité de l'eau souterraine. Quand la topographie le permet, l'eau captive peut être amenée au sol par forage artésien ou puisée dans des forages où l'eau est ascendante.

Les eaux captées dans ces conditions ont été reconnues stériles; des analyses, périodiquement poursuivies depuis près de 30 années, démontrent la permanence de cette stérilité, quelque élevé que soit le débit des forages.

A une distance supérieure à 2^{km} du point où l'eau commence à être captive, les fissures de la craie restent linéaires; mais, bien que remplies d'eau, elles ne peuvent plus alimenter un forage à débit élevé, la circulation étant nulle.

Les eaux souterraines de la craie cheminant sous une pression normale, dans des régions dépourvues de sédiments tertiaires, sont fréquemment contaminées, même à de grandes distances en aval des zones habitées et pourvues de puits. Lorsqu'elles sont sous pression et captées par forages sous les sédiments tertiaires imperméables, même à très faible distance du point où commence leur captivité, les eaux contaminées de l'amont, après un cheminement très court sous pression et au contact de la craie altérée riche en oxyde de fer, sont devenues stériles et de composition chimique normale, même sous un débit de régime élevé.

EMBRYOLOGIE. — *Sur les réseaux vasculaires transitoires de l'alevin d'*Acara tetramerus *Heckel.* Note [1] de M. P. **Chevey**, présentée par M. L. Joubin.

L'état de la circulation caudale est généralement très peu avancé chez les alevins de Téléostéens à l'éclosion. La figure II, prise sur la Perche, en donne un exemple : aorte et veine caudale communiquent ensemble à leur extrémité, après s'être croisées dans la région terminale du corps, ainsi que l'a montré Anthony [1] pour l'Épinoche, et moi-même [2] pour la Perche.

Chez une espèce de Cichlidé, l'*Acara tetramerus* Heckel, il en est tout autrement : il existe déjà, à l'éclosion, tout un système de réseaux vasculaires extrêmement développés et complexes, situés entre le vitellus et l'extrémité caudale (*fig.* I). A l'effet de loger ces réseaux, le repli natatoire ventral de l'alevin est grandement amplifié, tant en arrière qu'en avant du point où débouche l'anus. En haut de l'espace ainsi ménagé, on voit l'aorte caudale courir parallèlement à la chorde dorsale et en dessous d'elle, puis se jeter dans un vaisseau de retour qui suit le bord inférieur du repli natatoire, et que l'on peut appeler *Veine marginale sous-caudale* (*V. M. s. c.*). Entre cette veine et l'aorte, mais dépendant uniquement de la veine, existe tout un réseau capillaire extrêmement riche, ou *Réseau sous-caudal* (*R. s. c.*), dont le sang se collecte finalement, avec celui de la veine marginale sous-caudale, dans quelques vaisseaux qui le transportent en dessous de l'intestin, où la même disposition se répète une seconde fois, en formant un *Réseau post vitellin* (*R. p. v.*). Le sang de ce second réseau retourne finalement au cœur, soit par quelques vaisseaux circulant sur le vitellus, soit par une grande *Veine vitelline ventrale* (*V. v. v.*).

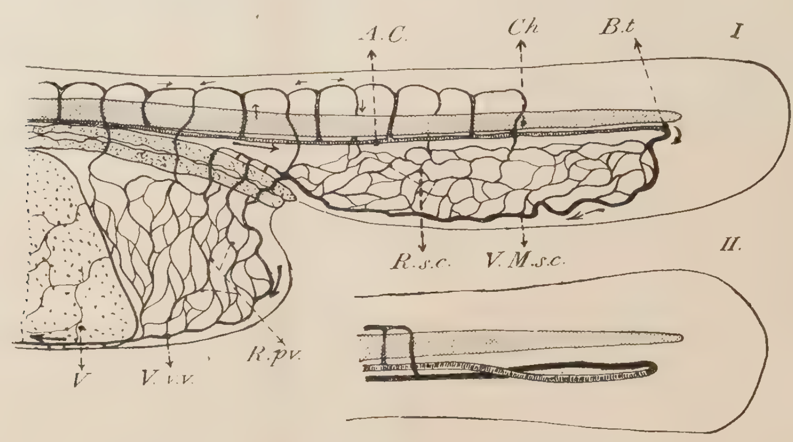
Rien de semblable n'a jamais été décrit chez aucun alevin de Téléostéen : tout ce système vasculaire de l'*Acara* est d'ailleurs transitoire, et doit être considéré comme un dispositif larvaire auquel rien ne répond plus chez l'adulte ; il commence en effet à régresser lorsque l'alevin, qui mesurait 2^{mm} à l'éclosion, atteint la taille de $4^{mm},5$. Le sang, abandonnant peu à peu la veine marginale sous-caudale, passe de préférence le long du bord supé-

---

(1) *Arch. Zool. exp.*, 57, I, 1918, p. 41-42.

(2) *Bull. Soc. Zool.*, 48, I, 1923, p. 24; et *Bull. biol. Fr. Belg.*, 59, II, 1925, p. 215.

rieur du réseau sous-caudal, tout près de l'aorte; il se constitue là une veine caudale définitive, qui se prolonge bientôt vers l'avant en une veine sus-intestinale, tandis que le sang abandonne peu à peu le réseau postvitellin, et que la membrane qui contenait ce dernier perd de son importance relative à mesure que croît l'alevin. Lorsqu'il a atteint la taille de $5^{mm},5$ il ne reste plus trace d'aucun des deux réseaux.



I. Circulation dans la région postérieure du corps chez l'*Acara* à l'éclosion. A. C., aorte caudale; B. t., boucle terminale; Ch., chorde dorsale; R. pv., réseau postvitellin; R. s. c., réseau sous-caudal; V., vitellus; V. M. s. c., veine marginale sous-caudale; V. v. v., veine vitelline ventrale. II. Circulation caudale de la Perche à l'éclosion.

Concurremment à la régression de ces réseaux vasculaires larvaires, des transformations se manifestent au niveau de la *Boucle terminale* (*B. t.*) où l'aorte se jette dans le réseau sous-caudal : c'est en effet à partir de cette boucle terminale, et *rien qu'à partir d'elle,* que se constitue tout le système vasculaire définitif de la nageoire homocerque de l'adulte; et cela suivant un processus à très peu de choses près semblable à celui que j'ai décrit antérieurement chez la Perche.

Le rôle de ces singuliers réseaux vasculaires me paraît devoir être interprété comme respiratoire; à l'éclosion, la bouche de l'*Acara* n'est pas ouverte, et tous les alevins sont agglutinés par leur tête, en paquet de dix ou douze, tandis que leurs queues dirigées vers la périphérie s'agitent sans arrêt. Il est d'ailleurs caractéristique que la régression des réseaux coïncide avec l'ouverture de la bouche et des opercules, et l'apparition des premiers

(¹) *Bull. Soc. Zool.*, 48, I, 1923, p. 25-30, *et Bull. biol. Fr. Belg.*, 59, II, 1925, p. 216-222.

feuillets branchiaux. Enfin, une conséquence de l'existence de ces réseaux est que, physiologiquement parlant, s'ils ont vraiment un rôle respiratoire, le cœur des alevins est artériel, alors que les adultes ont, suivant la règle générale chez les Poissons, un cœur veineux.

ICHTYOLOGIE. — *Distinction des* Gadus capelanus, minutus *et* luscus *par leur sagitta.* Note (¹) de MM. **J. Chaine** et **J. Duvergier**, présentée par M. Ch. Gravier.

Le *Gadus capelanus* Riss. de la Méditerranée a été tantôt considéré comme un *Gadus luscus* L., tantôt comme un *Gadus minutus* Fr. Müll. (²). Aujourd'hui, à la suite de travaux de divers auteurs, il est à peu près généralement admis que ce sont bien là trois formes distinctes. Les caractères sur lesquels on se base pour les différencier portent sur la situation de l'anus, la courbure de la ligne latérale, la hauteur du corps, la longueur de la première anale, les rapports des deux anales entre elles, la longueur de la distance qui les sépare. A ces caractères externes, on en a joint quelques-uns portant sur certains organes internes, par exemple la vessie natatoire (³).

A ces caractères de différenciation, nous sommes à même d'en ajouter un nouveau que nous n'avons trouvé mentionné nulle part, malgré l'importance qu'il nous semble avoir. Il s'agit de l'aspect présenté par le plus gros des trois otolithes que renferme chaque oreille, la *sagitta*, cet aspect variant très sensiblement d'une espèce à l'autre.

La figuration ci-après représente la sagitta *type* de chacun des trois Gades faisant l'objet de cette Note. Nous entendons par *type*, celui que nous avons choisi dans un lot de 70 à 100 exemplaires comme réunissant les principaux caractères communs à tous et exempt des exagérations particulières à certains (⁴).

(¹) Séance du 11 avril 1927.

(²) Voir Louis Fage, *Le Capelan de la Méditerranée* (G. capelanus *Riss.*) *et ses rapports avec les espèces voisines* (G. luscus *L. et* G. minutus *Fr. Müll.*) (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 5ᵉ série, 6, 1910-1911, p. 257).

(³) Tous ces caractères sont parfaitement analysés dans le travail de Fage.

(⁴) Tous les *Gadus minutus* qui ont servi à notre étude nous ont été obligeamment fournis par M. Le Gall, directeur de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer; les *Gadus capelanus* nous ont été adressés par la Station zoologique de Cette; les *Gadus luscus* ont été achetés par nous aux Halles de Bordeaux.

Un rapide examen de ces figures montre que :

1° Les sagitta de *Gadus luscus* et de *Gadus capelanus* sont très différentes; ces différences sont même si accentuées qu'il nous semble inutile d'en faire ici l'énumération;

2° La sagitta de *Gadus capelanus*, comparée à celle de *Gadus minutus*, est



Gadus capelanas Rons. ([1]). *Gadus luscus* L. *Gadus minutus* Müll.

([1]) Tous *sagitta* gauches, grossis deux fois.

moins arquée, plus allongée, moins épaisse, plus ornée et d'une manière différente, son sulcus est relativement plus étroit et plus étranglé. Ces deux sagitta ne peuvent donc pas non plus être confondues;

3° La sagitta de *Gadus minutus* est de forme plus ramassée que celle de *Gadus luscus* bien qu'aussi acuminée, la courbure de son bord ventral est plus accentuée, sa masse rostrale plus arrondie et moins avancée, son angle postéro-dorsal moins obtus, l'interruption du colliculum y est moins marquée et l'ornementation de costules globuleuses de la face externe y cesse loin de l'arrière et ne dépasse pas l'umbo. Ces quelques caractères, qui ne peuvent échapper même à l'œil le moins exercé, sont suffisants pour distinguer ces deux sagitta; à la rigueur un seul suffirait : la différence de forme et d'avancement de la masse rostrale.

Ces brèves remarques montrent combien la distinction des sagitta de ces trois Gades est, en somme, chose aisée. Ces pièces fournissent ainsi un précieux caractère de diagnose pour la détermination rigoureuse de ces espèces, d'autant plus qu'il est à remarquer que la sagitta est indéformable et d'une conservation indéfinie et que, par suite, elle peut encore servir à différencier des poissons lorsque ceux-ci sont dégradés, pour diverses raisons, au point d'être rendus extérieurement méconnaissables.

La séance est levée à $15^h 15^m$.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1926 (*suite*).

Index generalis (*Montessus de Ballore*). Paris.
Ingénieur français (*L'*). Paris.
Institut de France (*Publications diverses*). Paris.
Institut de physique du globe de l'Université de Paris (*Bulletin sismique*). Paris.
Institut des études rhodaniennes. Études et travaux. Lyon.
Institut grand-ducal de Luxembourg, section des sciences naturelles, physiques et mathématiques (*Archives*). Luxembourg.
Institut international de statistique (*Bulletin*). La Haye.
Institution of mechanical engineers (*Proceedings*). London.
Instituto geologico de Mexico (*Boletin*). Mexico.
Inter-America. New-York.
International conciliation. Washington.
International supplement of the Imperial University News. Tokio.

Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch-Indië. Bandoeng.
Jaarcijfers voor het Koninkrijk der Nederlanden (*Annuaire statistique du Royaume des Pays-Bas*). La Haye.
Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts. Kristiania.
Japanese journal of astronomy and geophysics. Tokio.
Japanese journal of botany. Tokio.
Japanese Journal of engineering. Tokio.
John Crerar library (*Annual report*). Chicago.
Johns Hopkins University circular (*The*). Baltimore.
Johns Hopkins University studies. Baltimore.
Jornal de sciencias matematicas, fisicas e naturals. Lisboa.
Journal and proceedings of the royal Society of New-South Wales. Sydney.
Journal chimique de l'Ukraine (en russe). Kharkov.
Journal d'agriculture pratique et journal de l'agriculture. Paris.
Journal de chimie physique. Paris.
Journal de géophysique et de météorologie (en russe). Moscou, Léningrad.
Journal de la Société nationale d'horticulture de France. Paris.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 28 février 1927.)

Note de M. *Kolossoff*, Sur une transformation des équations de l'élasticité :

Page 513, ligne 6, *lire*

$$\int \psi_1 \, d\zeta + \int \psi \, d\zeta_1 \quad \textit{au lieu de} \quad \int \psi \, d\zeta + \int \psi_1 \, d\xi_1 ;$$

ligne 10, *lire*

$$\frac{\lambda + \mu}{2(\lambda + 2\mu)} \rho \int\int \psi_1 \, d\zeta^2 - \frac{\lambda + 3\mu}{2(\lambda + 2\mu)} \rho \int\int \psi \, d\zeta \, d\zeta_1$$

au lieu de

$$\frac{\lambda + 3\mu}{2(\lambda + 2\mu)} \rho \int\int \psi_1 \, d\zeta^2 ;$$

ligne 15, *lire*

$$\left(\frac{\partial f}{\partial \zeta} + \frac{\partial f_1}{\partial \zeta_1}\right) + \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda} p \quad \textit{au lieu de} \quad \left(\frac{\partial f}{\partial \xi} + \frac{\partial f_1}{\partial \zeta_1}\right);$$

ligne 16, *lire*

$$\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\lambda}{p} - \frac{\lambda + \mu}{\lambda} \quad \textit{au lieu de} \quad \frac{\partial w}{\partial z} = - \frac{\lambda + \mu}{\lambda};$$

ligne 19, *lire*

$$2 \frac{\lambda + \mu}{\lambda \mu} \frac{\partial p}{\partial \zeta_1} + \frac{\partial^2 f}{dz^2} = 2 \frac{\lambda + \mu}{\lambda} \frac{\partial^2 f_1}{\partial \zeta_1^2} \quad \textit{au lieu de} \quad \frac{2}{\mu} \frac{\partial p}{\partial \zeta_1} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2} = \frac{\lambda + \mu}{\lambda} \frac{\partial^2 f_1}{\partial \zeta_1^2}.$$